ÜBER DIE

RADIOAKTIVITÄT

DER

WIESBADENER THERMALQUELLEN.

VON

Dr. FERDINAND HENRICH,
Professor a. d. Universität Erlangen.

Als man Ende der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die selbststrahlenden Elemente (Uran, Radium, Thorium etc.) entdeckte, wurde man mit einer neuen Eigenschaft, der »Radioaktivität« bekannt. Radioaktive Substanzen schwärzen eine im Dunkeln befindliche photographische Platte, oft durch undurchsichtige Medien hindurch. Dann sind sie imstande, elektrische Ladungen zu zerstreuen und gewisse Substanzen, wie hexagonales Schwefelzink (Sidot-Blende), Bariumplatincyanür, Diamant u. a. m., zum Leuchten zu bringen.

Zuerst glaubte man, dass die Radioaktivität eine Eigenschaft nur weniger und dazu noch seltener Elemente wäre. Indessen ergaben neuere Untersuchungen von Elster und Geitel, dass sie eminent verbreitet in der Natur ist: Luft, Wasser und Erde sind radioaktiv, freilich an den verschiedenen Stellen der Erde verschieden stark.

Nachdem Himstedt[1]) am Anfang dieses Jahres gezeigt hatte, dass von einer Anzahl Quellen in Baden die heissen Quellen von Baden-Baden am stärksten radioaktiv sind, entschloss ich mich, auch die Wiesbadener Thermalquellen auf Radioaktivität hin zu untersuchen. Bereits im März dieses Jahres habe ich diese Eigenschaft bei der Adlerquelle festgestellt und der physikalisch-medizinischen Sozietät in Erlangen darüber berichtet.[2]) Später habe ich die Untersuchung auf die wichtigsten Thermalquellen Wiesbadens ausgedehnt und gebe die Resultate hier im Auszug. Eine ausführliche Veröffentlichung wird a. a. O. erfolgen.

Die Untersuchung erstreckte sich auf Gas, Wasser und Sinter der Quellen.

I. Die Gase.

Der Nachweis, dass die Gase, die in Sprudeln aus den Thermalquellen entweichen, radioaktiv sind, wurde sowohl auf photographischem als auch auf elektrometrischem Wege erbracht. Im ersten Falle leitete ich das

---

[1]) Annalen der Physik **13**, 573 (1904).

[2]) Chemiker-Zeitung 1904, S. 575.

getrocknete Gas in einen Exsiccator aus rotem Glase, in dem sich einige photographische Platten befanden. Noch im Dunkelzimmer wurde der Exsiccator mit zwei undurchlässigen Tüchern verhüllt und an der Quelle in eine verschlossene Kiste gestellt. Die Gase wurden auf den Boden des Versuchsgefässes geleitet und verbreiteten sich von da aus im Raume. Die photographischen Platten lagen mit ihrer Schichtseite nach oben und waren mit entsprechend hergerichteten Metallstücken belegt. Die Metallstücke berührten die Schichtseite der Platten nicht direkt, sondern waren durch ein Stückchen Seidenpapier von denselben getrennt. Nachdem das Gas 22 Stunden durch den Exsiccator geleitet war, wurden die Platten entwickelt. Sie zeigten überall da bedeutend stärkere Schwärzung, wo kein Metall lag. Dadurch war ein deutliches Bild der Metallstücke auf der Platte zu sehen.

Um nun sicher zu sein, dass die Bilder nur durch die Radioaktivität und nicht durch andere Gase, die ebenfalls auf die photographische Platte wirken, erzeugt werden, prüfte ich die Gase der wichtigsten Thermalquellen auf Schwefelwasserstoff. Ich fand, dass die Gase des Kochbrunnens, der Adler- und der Schützenhofquelle nicht frei davon sind.

Im Wasser unserer Thermalquellen hat bereits Ritter 1800 Schwefelwasserstoff vermutet und spätere Forscher sprachen sich in gleichem Sinne aus. R. und H. Fresenius geben an, dass das Wasser der drei oben genannten Quellen Spuren von Schwefelwasserstoff enthält. In den aus der Quelle frei aufsteigenden Gasen haben ihn weder Lade sen. noch Gmelin, Kastner und Fresenius mit Sicherheit nachgewiesen. Als ich die aus der Quelle entweichenden Gase durch Lösungen von reinem Bleinitrat leitete, schieden sich im Laufe mehrerer Stunden wägbare Mengen von Schwefelblei ab, aus denen sich beim Übergiessen mit verdünnter Salpetersäure Schwefel gewinnen und mit allen seinen Reaktionen identifizieren liess. Dadurch ist mit aller Sicherheit und einwandsfrei nachgewiesen, dass die frei aus den Quellen aufsteigenden Gase Schwefelwasserstoff enthalten.

Diese Tatsache scheint mir für den oft vermuteten Zusammenhang des Faulbrunnens mit den Thermalquellen von Bedeutung zu sein. Vielleicht gelingt es, hierfür entscheidende Argumente beizubringen, wenn die Gehaltsverhältnisse quantitativ verfolgt werden.

Da nun Gase, welche Schwefelwasserstoff enthalten, ebenfalls Bilder auf mit Metall belegten photographischen Platten erzeugten, so war der

beschriebene Nachweis nicht einwandsfrei. Darum befreite ich die Gase des Kochbrunnens von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, indem ich sie durch ein System von drei Waschflaschen mit Kalilauge 2:3 leitete. Als acht Liter des so erhaltenen Gases ein und einen halben Tag auf die entsprechend vorgerichtete photographische Platte wirkten, zeigten sich ebenfalls die Bilder der Metallstücke mit aller Deutlichkeit.

Weitaus sicherer und vor allen Dingen quantitativ gestaltet sich der Nachweis der Radioaktivität auf elektrometrischem Wege. Am besten verwendet man hier wohl die Apparate, welche Elster und Geitel beschrieben haben. Leider stand mir eine solche Apparatur bisher nicht zur Verfügung (ich hoffe später die Messungen mit einer solchen zu wiederholen), wohl aber ein recht empfindliches Exnersches Elektroskop. Mit Hilfe dieses Instrumentes und einer Glasglocke von 8,8 Litern, die im Inneren mit Kupferdrahtnetz ausgekleidet wurde, stellte ich einen dem erwähnten Apparat ähnlichen her. Selbstverständlich wurde das Drahtnetz im Inneren der Glocke zur Erde abgeleitet und geprüft, ob diese Leitung auch funktioniert.

Stets wurde vor einem Versuch die Zerstreuung der Luft im Elektrometerraum geprüft. Sie betrug meist rund 10 Volt in einer Stunde. Dann wurde getrocknetes Gas in abgemessener Menge in den Elektrometerraum gebracht.

Ein Vorversuch ergab, dass das Gas der Thermalquellen stark entladend auf das Elektroskop wirkt, einerlei, ob letzteres mit positiver oder mit negativer Elektrizität geladen ist.

Bei allen Versuchen mit den Gasen wurden je 40 ccm derselben in getrocknetem Zustande in den Elektrometerraum eingeführt und der Spannungsabfall in einer bestimmten Zeit gemessen. Von dem so erhaltenen Werte wurde der Spannungsabfall der Zimmerluft in der gleichen Zeit abgezogen.

Hier seien zunächst die Resultate mitgeteilt, welche bei den Gasen des Kochbrunnens erhalten wurden. Das Gas, das dem Hauptsprudel der Quellen entströmt, zeigte, mit der Bunteschen Bürette analysiert, folgende Zusammensetzung:

$$CO_2 + \text{Spur } H_2S = 84{,}5\ {}^0/_0;\quad O = 0{,}1\ {}^0/_0;$$
$$\text{Unabsorbierbares} = 15{,}4\ {}^0/_0.$$

40 ccm dieses Gases in den 8,8 l fassenden Elektrometerraum gebracht, bewirkten bei einer Ladung des Elektroskops mit negativer Elektrizität einen Spannungsabfall von 79,6 Volt in einer Stunde.

Nun wurde die Kohlensäure dieses Gases absorbiert und 40 ccm des kohlensäurefreien Kochbrunnengases im Elektrometer unter gleichen Umständen geprüft. Jetzt fand in einer halben Stunde bereits ein Spannungsabfall von 144,3 Volt statt. Darnach ist die Kohlensäure gar nicht oder nur in geringem Maſse der Träger der Radioaktivität.

Um nun zu sehen, ob auch der Stickstoff eine ähnliche Rolle spielt wie die Kohlensäure, wurde eine grössere Menge Kochbrunnengas von der Kohlensäure befreit.

40 ccm dieses Gases vermochten in einer Viertelstunde 60,8 Volt zu zerstreuen (stets bei Ladung mit negativer Elektrizität). Sodann wurde das Gas in einem Apparate, der a. a. O. beschrieben ist, 2 bis 3 Stunden über glühendem Magnesiumkalkgemisch hin und her bewegt und von neuem 40 ccm des nunmehr sehr stickstoffarmen Gases im Elektrometer geprüft. Es zeigte sich, dass jetzt das Elektrometer in vier Minuten völlig entladen war, d. h. dass das Gas in dieser Zeit 184 Volt zerstreut hatte. Diese Tatsache wies darauf hin, dass hier ein ähnliches radioaktives Gas vorliegt, wie es Lösungen von Radiumsalzen entwickeln, und wie es auch in Quellwasser bereits beobachtet wurde.

Ganz analoge Verhältnisse ergaben sich nun bei der Adler- und Schützenhofquelle.

Das Gas der Adlerquelle wurde von mir am 29. August 1904 analysiert und enthielt:

$$CO_2 + \text{Spur } H_2S = 75{,}4\ \%;\quad O = 1{,}0\ \%;$$
$$\text{Unabsorbierbares } 23{,}6\ \%.$$

40 cc dieses Gases unter ganz analogen Verhältnissen wie oben mitgeteilt, geprüft, zerstreuten in einer Stunde 65,7 Volt.

Dann wurde das Gas von der Kohlensäure befreit und 40 cc dieses Restes im Elektrometer geprüft: Sie vermochten in einer halben Stunde 89,5 Volt zu zerstreuen. —

Am 29. August ergab eine Analyse der Gase der Schützenhofquelle folgendes Resultat:

$$CO_2 + H_2S = 32{,}5\ \%;\quad O = 0{,}3\ \%;$$
$$\text{Unabsorbierbares} = 67{,}2\ \%.$$

40 cc dieses Gases zerstreuten in dreiviertel Stunden 105,4 Volt.

40 cc des von der Kohlensäure befreiten Gases der Schützenhofquelle vermochten aber in einer halben Stunde 89,2 Volt zu zerstreuen.

Auch diese Versuche beweisen, dass aus den Wiesbadener Thermalquellen mit den Gasen ein radioaktiver Bestandteil entweicht, der ebenfalls gasförmiger Natur sein muss.

Nun ist es von den Salzen des Radiums bekannt, dass sie fortwährend Energie an ihre Umgebung abgeben. Neben Licht, Wärme und Elektrizität (α- und β-Strahlen) senden sie fortwährend eine winzige Menge jenes Produktes in die Luft, das man als »Emanation« bezeichnet hat. Diese Emanation dringt mit Leichtigkeit durch Poren und feinste Kapillaren, wird aber von gasundurchlässigen Scheidewänden zurückgehalten. Erst bei ca. -150^0 lässt sie sich kondensieren und zeigt somit physikalisch das Verhalten eines Gases. Es ist charakteristisch für diese Emanation, dass sie auf die photographische Platte, das Elektroskop etc. ähnlich wie Radiumsalze wirkt. Allmählich aber verliert sie diese Eigenschaft und wird im Laufe der Zeit immer weniger wirksam, um schliesslich vollkommen inaktiv zu werden, d. h. weder auf die photographische Platte noch auf das Elektroskop etc. zu wirken. Man hat dieses allmähliche Nachlassen an Wirksamkeit als »Abklingen« der Radioaktivität bezeichnet. Dies Abklingen erfolgt gesetzmäfsig und für die Radiumemanation ist es charakteristisch, dass sie nach rund 4 Tagen nur noch die Hälfte der Wirksamkeit zeigt wie im Anfang. In der Tat zeigte es sich, dass die Aktivität des von der Kohlensäure befreiten Kochbrunnengases nach vier Tagen nur noch rund die Hälfte seines ursprünglichen Zerstreuungsvermögens zeigte.

Inaktive Körper, welche mit Radiumemanation in Berührung kommen, werden radioaktiv. Ihrem Einflusse wieder entzogen verlieren diese »induzierten« Körper ihre Aktivität mehr und mehr, um schliesslich keine mehr zu behalten. Dies »Abklingen« der Aktivität erfolgt aber jetzt nach einem anderen Gesetze wie vorher. Leider war es mir bisher noch nicht möglich, diesbezügliche Versuche mit der Emanation der Wiesbadener Quellen auszuführen.

Das Verschwinden der Aktivität der Radiumemanation ist mit einer starken Wärmeentwickelung verbunden. Aus Versuchen hat man berechnet, dass ein Kubikzentimeter Radiumemanation bis zum völligen Verlust seiner Aktivität 7×10^6 Kalorien entwickelt. Man bekommt einen Begriff von der Grösse dieser exothermischen Reaktion, wenn man sich erinnert, dass 1 Kubikzentimeter Knallgas bei der Explosion nur 2 Kalorien entwickelt. Die Energie, welche beim Zerfallen der Radium-

emanation frei wird, ist also mehrere millionenmal grösser als die, welche sich beim Explodieren des gleichen Volums Knallgas bildet.[1])

Indem die Emanation des Radiums ihre Aktivität mehr und mehr verliert, erleidet sie, wie es scheint, auch eine stoffliche Veränderung. Ramsay hat zuerst nachgewiesen, dass das für die Radiumemanation charakteristische Spektrum im Laufe der Zeit in dem Maſse zurücktritt, als das vorher nicht vorhandene des Heliums sichtbar wird. Nach längerer Zeit ist es ganz verschwunden und dafür das des Heliums allein vorhanden. Diese Beobachtung, zuerst vielfach bestritten, ist inzwischen von mehreren Seiten bestätigt worden. Da bei den Emanationen anderer radioaktiver Elemente eine derartige Umwandlung nicht beobachtet wurde, so scheint sie für die Radiumemanation charakteristisch zu sein.

Um zu sehen, ob auch das radioaktive Gas, das den Wiesbadener Thermalquellen entströmt, diese Umwandlung erleidet, und somit aus Radiumemamation besteht, wurde es von Kohlensäure, Stickstoff usw. befreit und bei 2—3 mm Druck in ein Geisslersches Rohr eingeschlossen. Das Spektrum dieses Rohres zeigte einen grossen Reichtum an Linien und Banden. Die Anwesenheit von Argon konnte durch Vergleich mit aller Sicherheit festgestellt werden. Von den Heliumlinien war bisher keine mit absoluter Sicherheit zu konstatieren. Eine schwache gelbe Linie des Spektrums fällt mit der des Heliums zusammen; indessen zeigt das Spektrum einer aus Luft analog hergestellen Geisslerschen Röhre die gleiche Linie. Möglicherweise werden die Linien des Heliums von dem hellen Argonspektrum verdeckt. Ich will es deshalb versuchen auch das Argon aus dem Gasgemisch zu entfernen. Vielleicht zeigen sich dann die Linien des Heliums.

II. Das Wasser.

Wie das Gas, so ist auch das Wasser der Wiesbadener Thermalquellen radioaktiv. Nachdem ich die gasförmige Natur des radioaktiven Bestandteils entdeckt und seine enorme Beständigkeit gegen Hitze festgestellt hatte, versuchte ich, ob sich die Radioaktivität vielleicht durch Auskochen aus dem Wasser entfernen lasse. In der Tat ist dies soweit möglich, dass nur noch sehr geringe Mengen von Aktivität im Wasser

[1]) Vergl. Soddy, „Die Radioaktivität", S. 174.

zurückbleiben. Darum verband ich einen fast ganz mit 530 ccm Thermalwasser angefüllten Kolben mit einem unten gekühlten Azotometer und hielt das Wasser mindestens 20 Minuten lang im Sieden. Die entweichenden Gase fingen sich im Azotometer, wurden durch eine Chlorkalziumröhre in den Elektrometerraum (von 8,8 Litern) geleitet und mit 100 ccm Zimmerluft nachgespült. Bei dem Wasser der Quellen wurde stets unter gleichen Bedingungen gearbeitet, und so ergab sich der Spannungsabfall, den das Gas aus je 530 ccm Wasser in einer Stunde bewirkte, bei den Hauptquellen wie folgt:

1. Beim Kochbrunnen zu 32,1 Volt in 1 Stunde,
2. bei der Adlerquelle [1]) zu 14,8 Volt in 1 Stunde,
3. bei der Schützenhofquelle zu 107,9 Volt in $^3/_4$ Stunden,
4. beim Faulbrunnen zu 22,6 Volt in 1 Stunde.

Auffallend ist die starke Radioaktivität des Wassers der Schützenhofquelle, welche zwar genau dieselben festen Bestandteile enthält wie die anderen Thermalquellen, in bezug auf den Salzgehalt aber bedeutend hinter ihnen zurücksteht. E. Winter [2]) hat nun vor Jahren die Ansicht ausgesprochen, dass das Wasser der Schützenhofquelle sich vielleicht aus dem Thermalwasser durch Zutritt süssen Wassers bilde Dieser Ansicht widersprachen H. und R. Fresenius [3]) auf Grund von Berechnungen über den Salzgehalt bei der Verdünnung von Kochbrunnenwasser mit süssem Wasser. In der Tatsache, dass die Schützenhofquelle in bezug auf die Radioaktivität so sehr aus der Reihe der übrigen Thermalquellen fällt, glaubte ich einen neuen Beweis gegen die Ansicht, der Winter (l. c.) Ausdruck lieh, gefunden zu haben. Indessen fanden sowohl Herr Professor A. Schmidt [4]) als auch Verfasser, [5]) dass auch viele Süsswasserquellen und das Leitungswasser der Stadt z. T. recht beträchtlich, in einzelnen Fällen weitaus stärker radioaktiv sind, als mehrere der bedeutendsten Thermalquellen Wiesbadens. Als Beispiel

---

[1]) Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Adlerquelle augenblicklich teilweise unterminiert ist. Sie tritt ausserdem jetzt noch im Freien zu Tage, während die Schützenhof- und Kochbrunnenquelle durch Pavillons überwölbt ist.

[2]) „Die Thermalquellen Wiesbadens in technischer Beziehung" 1880, S. 16.

[3]) Jahrb. d. Nass. Vereins f. Naturkunde, 1886, S. 45 und Jahrb. d. Nass. Vereins f. Naturkunde, 1890, S. 19.

[4]) Physikal. Zeitschr. 1905, S. 34.

[5]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1904, S. 1759.



führe ich nur das Marienbrünnchen im Nerotal an. Das aus 530 cc Quellwasser im Laufe von 20 Minuten ausgekochte Gas zerstreute 86,3 Volt in einer Stunde. Weitere Beispiele s. A. Schmidt l. c.

Es scheint demnach in Wiesbaden und seiner Umgebung viel Radioaktivität aus der Erde zu entweichen. Es war nun von höchstem Interesse, Anhaltspunkte über das Herkommen dieser Radioaktivität zu gewinnen. Einige Stunden von der Stadt befinden sich Basaltausbrüche, die man schon oft in Zusammenhang mit den Thermalquellen gebracht hat. Eine Probe Basalt (125 g), die vor drei Monaten von einem anstehenden Felsen abgeschlagen worden war, zerstreute in $^1/_2$ Stunde nur 1,5 Volt mehr als die Zimmerluft. Schon in Zersetzung begriffener Basalt (Basalttuff) war bereits etwas stärker radioaktiv. 125 g zerstreuten in $^1/_2$ Stunde 3,5 Volt. Im Vergleich zu Gas, Wasser und den Sintern ist diese Aktivität sehr gering und nicht von Bedeutung. Darum untersuchte ich alle mir zugänglichen Gesteine, welche den geologischen Charakter Wiesbadens bedingen, indem ich jedesmal 125 g derselben in Form eines feinen Pulvers im Elektrometer von Elster und Geitel untersuchte.

Sericitgneiss wurde aus dem Steinbruch im Nerotal von einem anstehenden Felsen abgeschlagen: 125 g des Pulvers zerstreuten in 1 Stunde 2,4 Volt.

125 g eines in Zersetzung befindlichen Sericitschiefers zerstreuten in 1 Stunde 2—3 Volt.

Quarz von einem Quarzgang im Nerotal: 125 g zerstreuten in $^1/_2$ Stunde 2,4 Volt.

Violetter Phyllit vom Schläferskopf: 125 g zerstreuten in einer Stunde 3—4 Volt.

Grüner Phyllit vom Schläferskopf: 125 g zerstreuten in einer Stunde 4 Volt.

Quarzit vom Schläferskopf: 125 g zerstreuten in einer Stunde überhaupt nicht merklich.

Tertiärer Sandstein frisch vom Anstehenden in der Platterstrasse im Gebiet des Krankenhauses abgeschlagen: 125 g zerstreuten in einer Stunde 3 Volt.

Schwerspat aus einem Gang bei Naurod: 125 g zerstreuten in einer Stunde 4,2 Volt.

Nach dem oben Dargelegten steht es ausser Zweifel, dass das Wasser seine Radioaktivität einem gasförmigen Bestandteil, der sogen. Emanation verdankt. Um zu sehen, ob im Wasser vielleicht feste radioaktive Salze gelöst sind, dampfte ich soviel Kochbrunnenwasser ein, dass ich 125 g Rückstand erhielt. Etwa 5 Tage nach dem Eindampfen geprüft, vermochten 125 g dieses Rückstandes in einer Stunde 4,4 Volt zu zerstreuen. Als dieser Rückstand $2^1/_2$ Monate später von neuem untersucht wurde, zerstreuten 125 g in einer Stunde 4,4 Volt.

Noch möchte ich beim Wasser auf eine andere Frage hinweisen, die nunmehr in einem neuen Lichte erscheint. Schon Plinius berichtet in seiner Historia naturalis, lib. 31, cap. 2, sect. 17: »sunt et Mattiaci in Germania fontes calidi trans Rhenum, quorum haustus triduo fervet.« Auch in älteren Büchern liest man es oft, dass das Wiesbadener Thermalwasser auffallend viel langsamer erkaltet als anderes Wasser. Als Kastner[1]) 1823 diese Erscheinung beim Wiesbadener Thermalwasser messend verfolgte, fand er in der Tat, dass es »unter übrigens genau gleichen Bedingungen bedeutend langsamer (erkaltet) als reines Wasser und als Salzwasser von demselben Eigengewichte«. Dieses Resultat wurde zwar von Leopold Gmelin[2]) bestritten, indessen fand Thomae[3]) bei erneuten kalorimetrischen Messungen Kastners Resultat bestätigt. Nach ihm gebraucht:

$1^1/_2$ Mafs Thermalwasser zur Abkühlung von 50^0 auf $^1/_2{}^0$ R.: 2 Stunden;

$1^1/_2$ Mafs Regenwasser zur Abkühlung von 50^0 auf $^1/_2{}^0$ R.: $1^1/_4$ Stunden.

Der Rückstand von $1^1/_2$ Mafs Thermalwasser, in $1^1/_2$ Mafs Regenwasser von neuem gelöst, auf 50^0 erwärmt und im Kalorimeter abgekühlt, brauchte, um von etwa 50^0 auf $1^1/_2{}^0$ R. zu kommen, 1 Stunde 40 Minuten.

Nun wissen wir einerseits, dass Radiumemanation sich unter abnorm hoher Wärmeentwicklung zersetzt[4]) und andrerseits, dass die Radioaktivität des Wiesbadener Thermalwassers beim Stehen sukzessive abnimmt, die darin enthaltene Emanation sich also fortwährend umwandelt.

1) S. Rullmann, Wiesbaden und dessen Heilquellen, 1823.
2) Bemerkungen über Wiesbadens Heilquellen, 1825.
3) Medizinische Jahrbücher für das Herzogtum Nassau, 1843. S. 236 ff.
4) S. S. 94.

Es ist nicht unmöglich, dass das langsamere Erkalten des Thermalwassers durch die stete Wärmeentwicklung bei der Zersetzung der Emanation bedingt wird. Freilich bleibt diese Erklärung so lange von hypothetischem Werte, bis eingehende experimentelle und rechnerische Beweise diese Annahme als möglich erscheinen lassen und festgestellt ist, dass keine exothermischen chemischen Prozesse hier mitwirken.

III. Die Sinter.

— »circa margines vero pumicem faciunt aquae«, »um die Ränder herum erzeugen die Quellen Bimsstein«. Es ist natürlich kein Bimsstein, wie Plinius berichtet, sondern ein kompliziert zusammengesetzter Sinter, den die Quellen absetzen. Hauptsächlich besteht er nach den Analysen früherer Forscher aus Eisenoxyd, dessen phosphorsauren, arsensauren und kieselsauren Salzen, sowie aus kohlensaurem Kalk und anderen Bestandteilen. Der kohlensaure Kalk ist, wie Herr Professor Lenk auf meine Veranlassung feststellte, als Arragonit im Sinter enthalten.

Bekanntlich hat die Sinterbildung ihre Ursache vorzugsweise in zwei Prozessen. Sowie das Thermalwasser mit der Luft in Berührung kommt, wirkt der Sauerstoff der letzteren auf es ein. Das gelöste Eisenoyydulkarbonat etc. wird oxydiert und scheidet sich als Eisenoxyd und dessen Salze ab. Indem dann weiterhin die Kohlensäure aus dem Wasser entweicht, fallen die Karbonate der Erdalkalien etc. nieder. Obwohl diese beiden Prozesse bereits im Quellenbassin einsetzen, verlaufen sie mit verschiedener Geschwindigkeit. Die Oxydation geht rascher vor sich als der Verlust von Kohlensäure. Dies lässt sich sehr schön verfolgen, wenn man die Sinterbildung in den Kanälen studiert, durch welche das Wasser von dem Quellenbassin in die Reservoirs der Badehäuser oder in Brunnen geleitet wird. In unmittelbarer Nähe der Quelle ist der Sinter wesentlich reicher an Eisenverbindungen als in der Ferne. Je weiter von der Quelle entfernt sich der Sinter absetzt, desto ärmer an Eisenverbindungen ist er und wenn der Kanal recht lang ist, so gibt es Stellen, wo der Sinter nur noch wenig von Eisenoxyden gefärbt ist. So besorgt die Quelle gewissermafsen von selbst eine rohe Fraktionierung der Sinterbestandteile.

Wie zu erwarten war, sind auch die Sinter radioaktiv und sie bleiben es im Gegensatz zu Gas und Wasser längere Zeit. Eine Probe

eines stark kalkhaltigen Sinters, der vor vierzehn Jahren dem Sprudelbassin des Kochbrunnens entnommen wurde und seitdem nicht mehr mit dem Wasser in Berührung kam, vermochte in einer Stunde noch 8 Volt zu zerstreuen, wobei die Zerstreuung der Zimmerluft in der gleichen Zeit bereits abgezogen ist. Ja, eine noch ältere Sinterstufe, die bisher im hiesigen Museum aufbewahrt wurde, zerstreute noch 34 Volt in einer Stunde.

Vielleicht ist im Sinter die Substanz aufgespeichert, welche die Radioaktivität der Quellen verursacht. Um diese zu isolieren, lasse ich soeben grosse Mengen des Sinters auf die radioaktive Substanz hin verarbeiten. Die Resultate werden später veröffentlicht.

Damit sind die Hauptumrisse des Arbeitsgebietes gekennzeichnet. Ich beabsichtige nunmehr die einzelnen Fragen in besonderen Untersuchungen eingehend zu behandeln. —

Zum Schlusse möchte ich noch auf eine Frage hinweisen, die möglicherweise einmal Bedeutung erlangen kann. Ganz neuerdings führt man nämlich die sogenannte Heilkraft der Quellen auf ihre Radioaktivität zurück. In der Tat hat eine solche Hypothese, soweit sich die Sache bis jetzt übersehen lässt, sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Vergegenwärtigen wir uns folgende Tatsachen:

1. Das Radium (und wohl auch seine Emanation) zeigt starke Wirkungen auf den Organismus.
2. Die Radioaktivität der Thermalquellen ist vorzugsweise durch einen gasförmigen Bestandteil (Emanation) bedingt.
3. Diese Emanation verliert relativ rasch ihre Wirksamkeit. Nach 3 Tagen zeigt sie nur noch die Hälfte, nach 4 Wochen nur noch einen sehr geringen Bruchteil ihres ursprünglichen Zerstreuungsvermögens. —

Die bisherigen Theorieen von der heilkräftigen Wirkung[1]) des Quellenwassers konnten besonders auf zwei Fragen keine Antwort geben:

1. Warum wirken künstliche Salzlösungen gleicher Konzentration (also auch gleichen Jonengehaltes) und Temperatur nicht so heilkräftig wie natürliches Thermalwasser?
2. Warum verliert natürliches Thermalwasser seine heilkräftige Wirkung beim längeren Stehen und beim Versenden?

[1]) Falls nämlich eine solche spezifische Wirkung des Wassers allein wirklich existiert, s. u.

Auf diese Fragen, falls sie überhaupt berechtigt sind (s. u.), lässt sich im Sinne der Hypothese, dass die Radioaktivität die Heilkraft bedinge, jetzt eine befriedigende Antwort geben, nämlich auf:

Frage 1: Künstliche Salzlösungen wirken deshalb nicht so auf den Organismus wie natürliches Thermalwasser, weil ihnen die starke Radioaktivität der letzteren fehlt.[1])

Frage 2: Natürliches Thermalwasser verliert beim längeren Stehen deshalb allmählich seine Heilkraft, weil sein radioaktiver Bestandteil, die Emanation, mit der Zeit ziemlich rasch ihre Wirksamkeit einbüsst.

Nun sind aber die Grundlagen, auf denen diese Fragen sich erheben, keineswegs gefestigt. Ich war zuerst erstaunt, in den Kreisen auswärtiger Ärzte und akademischer Lehrer der Medizin Zweifel an der Existenz einer spezifischen Heilkraft des Thermalwassers zu hören. Allein diese Zweifel wurden mir wiederholt und so bestimmt geäussert, dass ich sie im Interesse objektiver Forschung nicht unerwähnt lassen mag. Darnach sollen bei den Patienten in allererster Linie Ruhe, veränderte Lebensweise, Klima usw. die Haupt-, die Bäder eine mehr nebensächliche Wirkung ausüben. Wo sich die Meinungen so schroff gegenüberstehen, da sollte meiner Ansicht nach gerade jetzt eine durchaus objektive experimentelle Forschung einsetzen und es versuchen, eine Entscheidung zu bringen. Wenn es auch schwer sein wird, geeignete Untersuchungsobjekte zu finden, so sollte man doch wenigstens den Versuch machen, denn die Frage scheint mir von fundamentaler Bedeutung für die Balneologie zu sein. Vielleicht sind die Resultate solcher Versuche geeignet, einen Fortschritt mancher balneologischer Ansichten und Einrichtungen hervorzurufen. Möchten diese letzten Worte in medizinischen Kreisen Wiederhall finden, da Verfasser als Nichtmediziner die Fragen nicht selbst prüfen kann.

[1]) Das Leitungswasser, mit dem wohl stets künstliche Bäder hergestellt werden, ist in der Regel viel weniger radioaktiv als Thermalquellenwasser.